

APLICAÇÃO DE EFLUENTE LÍQUIDO DE FECULARIA EM SUBSTRATOS E SOLOS PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS DE EUCALIPTO

Marcelo Aparecido Salvador*

Jefferson Vieira José**

Roberto Rezende***

Hudson do Vale de Oliveira****

Ricardo Gava*****

RESUMO: Objetivou-se, neste trabalho, avaliar o efeito da aplicação de diferentes concentrações de água residuária de fecularia, na formação de mudas de eucalipto (*Eucalyptus grandis*) em tubetes e comparar com um fertilizante comercial (Yogen5®), utilizando-se como substrato o Plantimax®. O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados, constituindo um experimento de 10 tratamentos, com 8 doses em concentrações crescentes de água residuária, sendo estas 12,5; 25,0; 38,0; 50,0; 63,0; 75,0; 88,0; e 100,0% de água residuária de fecularia diluída em água, ao longo do ciclo vegetativo das mudas de eucalipto. Utilizou-se ainda uma dose concentrada do fertilizante comercial na proporção de 0,2% e um tratamento testemunha, com apenas aplicação de água. O efeito biofertilizante da água residuária na produção de mudas de eucalipto foi avaliado pelos parâmetros fitotécnicos. Os tratamentos com o fertilizante comercial a 0,02%, a testemunha e a água residuária a 50 e 38%, apresentaram os melhores valores no que diz respeito ao desenvolvimento da altura da planta. No entanto, para a produção de matéria seca das raízes, além do uso do Yogen5®, destacaram-se as concentrações de água residuária de fecularia em 25 e 12,5%.

* Engenheiro Agrícola pela Universidade Estadual de Maringá – UEM; E-mail: ms_salvador@hotmail.com

** Doutorando em Agronomia pela Universidade de São Paulo – USP/Esalq; E-mail: jfbudala@msn.com

*** Docente do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá – UEM; E-mail: rrezende@uem.br

**** Doutorando em Agronomia pela Universidade Estadual de Londrina UEL; Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima - IFRR/Câmpus Amajari; E-mail: hudson_vale@yahoo.com.br

***** Doutorando em Agronomia pela Universidade de São Paulo - USP/Esalq; E-mail: gava_ricardo@yahoo.com.br

PALAVRAS-CHAVE: Água Residuária; Cultura do Eucalipto; Manipueira.

APPLICATION OF LIQUID EFFLUENTS OF STARCH FACTORY IN THE SUBSTRATA AND SOILS FOR THE PRODUCTION OF EUCALYPTUS SEEDLINGS

ABSTRACT: Effects of the application of different concentrations of wastewater from a starch factory for the formation of eucalyptus (*Eucalyptus grandis*) seedlings in tubules were evaluated. They were then compared with the commercial fertilizer Yogen5® using Plantimax® as a substrate. Experimental design consisted of completely randomized blocks forming one experiment with 10 treatments, with 8 doses in increasing concentrations of wastewater. Concentrations of wastewater from the starch factory were 12.5; 25.0; 38.0; 50.0; 63.0; 75.0; 88.0; and 100.0%, diluted in water throughout the vegetal cycle of eucalyptus seedling. A concentrated dose of a commercial fertilizer at the proportion of 0.2% and a control, with only water application were employed. The bio-fertilizing effect of wastewater in the production of eucalyptus seedlings was evaluated by phytotechnical parameters. Treatments with commercial fertilizer at 0.02%, control and waste water at 50 and 38% had the best rates with regard to the development of the plant's height. However, wastewater concentrations from the starch factory at 25 and 12.5% were important for the production of root dry matter, besides Yogen5®.

KEYWORDS: Wastewater; Eucalyptus; Manipueira.

INTRODUÇÃO

Um dos sérios problemas ambientais da Terra é a poluição dos recursos de água doce, principalmente se considerados os pequenos cursos, onde ocorrem os despejos dos resíduos líquidos de indústrias que utilizam raízes de mandioca como matéria-prima (FIORETTO, 1994).

A prática de descartar os esgotos, tratados ou não, em corpos d'água superficiais é a solução normalmente adotada no mundo inteiro para o descarte de resíduos líquidos. No Brasil, as águas residuárias, após tratamento e lançamento

nos corpos d'água receptores, devem atender à Resolução nº 397/2008 do CONAMA, a qual estabelece os padrões de qualidade e de lançamento (BRASIL, 2008).

A mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) é uma planta nativa da maior parte das regiões equatoriais, entre os trópicos de Câncer e Capricórnio. O Estado do Paraná caracteriza-se por ser um dos maiores produtores de mandioca do país, colhendo na safra de 2008 a quantidade de 3.413.321 t, ocupando a terceira posição no País, o que correspondeu a 12,78% da produção nacional (PARANÁ, 2008).

A produção de mandioca no Estado do Paraná se destaca nas regiões de Paranavaí, Umuarama, Toledo e Cascavel, correspondendo a 70% da produção estadual. A região de Paranavaí é a maior produtora, tendo produzido no ano de 2007, 734.420 t. (PARANÁ, 2007).

Considerando que em uma feccularia são gerados, em média, 2,4 m³ de água residuária por tonelada de raiz processada (SILVA et al., 2005), produziu-se na região de Paranavaí, durante a safra de 2008, 8.192.000 m³ de água residuária.

Segundo Silva et al. (2008), estudando águas residuárias de feccularia de mandioca, comprovou-se que a água residuária sustenta um efeito fertilizante, haja vista sua riqueza, principalmente, em macronutrientes. E contribuindo para aumento da matéria verde da cultura do sorgo.

Augusto et al. (2003), avaliando o aproveitamento da água residuária urbana como alternativa à fertirrigação convencional em viveiros florestais, concluíram que água residuária pode ser utilizada na fertirrigação de viveiros para produção das espécies estudadas, pois todas as plantas se mostraram vigorosas, com bom desenvolvimento, sem mortalidade, deficiência ou toxidez.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de diferentes concentrações de água residuária de feccularia de mandioca e comparar com um fertilizante de nome comercial (YOGEN5®), em função de diferentes substratos e solos para a formação de mudas de eucalipto (*Eucalyptus grandis*) em tubetes, visando o aproveitamento ou a redução do impacto ambiental de resíduos líquidos de feccularias como complemento na fertilização e produção de mudas

em viveiros.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Universidade Estadual de Maringá – UEM, Campus Arenito, no município de Cidade Gaúcha - PR, utilizando 480 tubetes de polietileno de 6 estrias com 2,3 mm de borda a borda, abertura da extremidade de 11,0 mm de diâmetro, abertura do bocal de 34,5 mm para a parte externa, 27,5 mm parte interna e por 125,0 mm de altura (volume total de 0,58 cm³) preenchidos totalmente com solos e substratos e acondicionados em 5 caixas contendo 96 células.

Os tubetes foram preenchidos com o horizonte superficial A (0 – 20 cm) dos seguintes solos: LATOSSOLO VERMELHO distrófico (LVd), ARGISSOLO VERMELHO distrófico (PVd), NEOSSOLO lítóico (Rd) e substrato comercial Plantmax®. A caracterização química dos solos e substratos abrangeu análise de pH, acidez, carbono e macronutrientes, análise de micronutrientes (Fe, Cu, Mn e Zn) assinalados nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Composição química de solos e substratos utilizados no experimento.

Substratos [¶] e solos [□]	pH [□]		Al ³⁺ [□]	H+Al ³⁺ [□]	Ca ²⁺ [□]	Mg ²⁺ [□]	K ⁺ [□]	SB [□]	CTC [□]	P [□]	C [□]
	CaCl ₂ [□]	H ₂ O [□]									
Areia(S1 e S2) [□]	5,90 [□]	6,95 [□]	0,00 [□]	1,55 [□]	0,39 [□]	0,15 [□]	0,01 [□]	0,56 [□]	2,11 [□]	5,10 [□]	0,38 [□]
Substrato(S3) [□]	5,50 [□]	5,75 [□]	0,00 [□]	4,28 [□]	12,70 [□]	6,80 [□]	0,94 [□]	20,45 [□]	24,73 [□]	352,3 [□]	352,12* [□]
LVd-(S4) [□]	4,55 [□]	5,50 [□]	0,35 [□]	2,94 [□]	2,77 [□]	0,93 [□]	0,08 [□]	3,78 [□]	6,72 [□]	1,30 [□]	4,18 [□]
PVd-(S5) [□]	4,70 [□]	5,85 [□]	0,00 [□]	2,54 [□]	1,69 [□]	0,41 [□]	0,13 [□]	2,23 [□]	4,77 [□]	1,00 [□]	3,61 [□]
Rd-(S6) [□]	4,60 [□]	5,75 [□]	0,20 [□]	3,17 [□]	0,66 [□]	0,27 [□]	0,06 [□]	0,99 [□]	4,16 [□]	4,80 [□]	6,65 [□]

Ca, Mg, Al – extraídos com KCl 1 mol L⁻¹ PK – extraídos com Mehlich 1 H+Al – método SMP C – método Walkley & Black SB – Soma de bases *C – carbono feito em mufla. OBS: (S4, S5 e S6) descreve as características químicas dos solos: Latossolo Vermelho (PVd), Argissolo Vermelho (LVd) e Neossolo Lítico (Rd). (S1, S2 e S3) descreve as características químicas dos substratos: Areia e Plantmax®.

Tabela 2. Composição química de solos e substratos utilizados no experimento.

Substratos e solos	Fe	Zn	Cu	Mn
	mg dm ⁻³			
Areia (S1 e S2)	471,62	2,22	0,76	27,93
Substrato (S3)	429,71	5,31	1,42	50,52
LVd (S4)	326,86	3,18	4,66	75,95
PVd (S5)	412,44	5,32	5,22	91,63
Rd (S6)	126,91	4,33	3,98	118,14

Extraído com Extrator MEHLICH 1.

A água residuária bruta foi coletada na saída da tubulação, água que procede do processo de extração de amido/fécula em duas centrífugas de uma fecularia de médio porte localizado no município de Cidade Gaúcha, Paraná. A tabela 3 apresenta valores de concentrações de alguns elementos da água residuária, no que diz respeito à caracterização química.

Tabela 3. Valores médios das características químicas da água residuária de fecularia coletada na saída do retorno da centrífuga, antes do início do experimento.

Atributos Químicos	Unidade	Água Residuária
Cálcio	mg L ⁻¹	25,94
Magnésio	mg L ⁻¹	67,58
Potássio	mg L ⁻¹	342,00
Sódio	mg L ⁻¹	14,32
Fósforo	mg L ⁻¹	36,72
Nitrogênio	g L ⁻¹	0,19
S-SO ₄ ²⁻	g L ⁻¹	1,07
Ferro ⁴	mg L ⁻¹	1,74
Zinco	mg L ⁻¹	0,40
Cobre	mg L ⁻¹	0,19
Manganês	mg L ⁻¹	0,38

Ca, Mg, K, Na e P: determinados após digestão nítrico-perclórica do material; Ca e Mg: determinados por espectroscopia de absorção atômica; K e Na: determinados por fotometria de emissão de chama; P: determinação por colorimetria, método metavanadato; N: determinação pelo método de Kjeldahl após digestão sulfúrica do material; S-SO₄²⁻: determinados após digestão nítrico-perclórica do material por turbidimetria do sulfato de bário; Elementos determinados por espectroscopia de absorção atômica após digestão nítrico-perclórica do material.

O fertilizante utilizado para a comparação foi o produto comercial YOGEN5® que é um adubo foliar em forma de sais com alta solubilidade com os principais macros e micronutrientes (Tabela 4) necessários para melhorar o desenvolvimento das plantas.

Tabela 4. Composição do YOGEN5® (%).

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	S	B	Cu	Mn	Mo	Zn
20	5	10	1	5	1	0,05	0,1	0,06	7

O experimento foi composto por 10 tratamentos com 8 doses crescentes de água residuária de fecularia de mandioca, uma dose de fertilizante comercial (YOGEN5®) na proporção de 0,2% e um tratamento testemunha, com apenas aplicação de água.

Utilizou-se um delineamento em blocos casualizados, sorteados com 8 repetições e os seguintes tratamentos:

(T 01) - Água (testemunha).

(T 02) - Adubo foliar comercial diluída em volume de água na proporção de 0,2%.

(T 03) - Água residuária de fecularia de mandioca 100%.

(T 04) - Água residuária de fecularia em diluição 88%.

(T 05) - Água residuária de fecularia em diluição 75%.

(T 06) - Água residuária de fecularia em diluição 63%.

(T 07) - Água residuária de fecularia em diluição 50%.

(T 08) - Água residuária de fecularia em diluição 38%.

(T 09) - Água residuária de fecularia em diluição 25%.

(T 10) - Água residuária de fecularia em diluição 12,5%.

Em 25 de abril de 2008 foram semeadas quatro sementes de eucalipto (*Eucalyptus grandis*) por célula ou tubete. A superfície de cada célula foi coberta com substrato Plantmax® para evitar selamento superficial. O controle de ervas daninhas nos solos utilizados foi feito manualmente.

Na primeira fase, de pré-germinação, o procedimento foi apenas aplicações de água. Entre o décimo quinto e o vigésimo dia após a germinação foram feitos desbastes das plantas de eucalipto, assim, permanecendo uma planta por cada célula.

Após trinta dias da data de semeadura do eucalipto retiraram-se as caixas de dentro do telado para que as mudas de eucalipto recebessem uma maior intensidade de luz solar. Para a segunda fase, aos 30° dias após a data de semeadura, aplicou-se água 3 vezes ao dia, sempre no período da manhã e tarde; no intervalo dessas aplicações procedeu-se à aplicação da água residuária de fecularia nos horários de baixa luminosidade.

Realizou-se a primeira aplicação dos tratamentos aos 41° dias após a data de semeadura, seguido de mais 3 aplicações, aos 48°, 55°, 62° dias, até completar um ciclo de 85° dias.

Procedeu-se à coleta das plantas de eucalipto aos 85° dias após a semeadura. O corte das plantas foi feito manualmente, rente à superfície dos tubetes. As plantas de eucalipto foram colhidas individualmente de suas células em cada tratamento, todas no mesmo dia. As mudas foram acondicionadas em saco de papel e colocadas em estufa com circulação e renovação de ar à temperatura de 65°C, durante 72 horas, até atingir peso constante; procedeu-se à pesagem em balança eletrônica.

Avaliaram-se os resultados utilizando o teste de Scott e Knott (1974) a 0,05% de probabilidade em função dos parâmetros numéricos: altura de planta, massa seca da parte aérea, massa seca das raízes e a massa seca total.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ALTURA DE PLANTA

Na tabela 5 observa-se que o crescimento das plantas é diretamente afetado à medida que as doses de água residuária de fecularia aumentam. Ainda, com relação aos substratos e solos utilizados, o substrato (S2) com areia lavada

apresenta uma baixa significativa em relação aos demais, diferente do substrato Plantmax® (S3) que mesmo na doses de menor diluição apresenta valores significativamente maiores (8,01 cm) em relação às doses aplicadas no substrato de areia e nos solos.

Observa-se que o substrato Plantmax® (S3) e a dose de fertilizante comercial a 0,2% (T2) apresentam um melhor desenvolvimento da altura, diferenciando estatisticamente dos demais.

Tabela 5. Valores da avaliação da altura da planta de eucalipto nos diferentes substratos, solos e tratamentos utilizados durante o experimento.

TRATAMENTO	SUBSTRATOS E SOLOS						Média
	S2 Areia	S3 Plantmax	S4 Latossolo LVd		S5 Argissolo PVd	S6 Neossolo Rd	
T1 - H ₂ O	3,80 aA	4,68 aA	4,79 bA	5,03 bA	4,78 bA	4,58 b	
T2 - Fertilizantes	4,44 aA	8,01 bB	8,91 cB	7,14 cB	8,26 cB	6,98 c	
T3 - 100%	0,00 aA	5,20 aC	3,06 aB	1,59 aA	1,70 aA	2,04 a	
T4 - 88%	0,65 aA	5,31 aC	1,93 aA	3,16 aB	3,45 aB	2,59 a	
T5 - 75%	0,34 aA	5,95 aC	2,63 aB	2,85 aB	4,11 bB	2,69 a	
T6 - 63%	1,81 aA	5,53 aB	4,24 bB	3,96 aB	2,60 aA	3,50 b	
T7 - 50%	2,94 bA	5,01 aA	4,98 bA	4,13 aA	3,55 aA	4,10 b	
T8 - 38%	2,96 bA	4,90 aB	4,83 bB	3,99 aA	5,28 bB	4,17 b	
T9 - 25%	3,13 bA	4,10 aA	4,40 bA	3,21 aA	5,05 bA	3,82 b	
T10 - 12,5%	2,93 bA	4,88 aA	3,65 bA	5,14 bA	4,04 bA	4,06 b	
Média	2,30 A	5,36 C	4,34 B	4,02 B	4,28 B		

OBS: (S4, S5 e S6) descreve as características dos solos: Latossolo Vermelho Distrófico (LVd), Argissolo Vermelho Distrófico (PVd) e Neossolo Litófico (Rd). (S2 e S3) descreve as características dos substratos: Areia e Plantmax®. O tratamento (T1) refere à testemunha com apenas água, (T2) refere ao tratamento com fertilizante comercial (YOGEN5®) a 0,2%. (T3 a T10) referem-se aos tratamentos com as doses decrescentes de manipueira. As letras minúsculas comparam valores na vertical e as letras maiúsculas comparam valores na horizontal.

A altura da planta é um importante parâmetro de análise, pois plantas com deficiência de nutrientes apresentam desenvolvimento insatisfatório, afetando diretamente o seu crescimento.

3.2 PRODUÇÃO DE MASSA SECA DA PARTE AÉREA

Na tabela 6, os valores encontrados na produção de matéria seca da parte aérea do eucalipto, com relação aos substratos utilizados, pode-se observar uma variação de 0,002 no T5 (75% v/v), substrato S2 (areia lavada) a 0,240g no T2 (fertilizante a 0,2%) diluído em água, substrato S3 (Plantmax®). Com relação aos solos, observa-se variação de 0,022 no T3 (100% v/v), solo (PVd) a 0,269g no T2 (fertilizante a 0,2%) em água, solo (PVd). Comparando-se todas as médias entre os tratamentos, substratos e solos, estes apresentaram diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$) entre si, com produção de matéria seca da parte aérea. Também se observaram médias de resultados semelhantes à produção de matéria seca total mencionada na tabela 8, ou seja, o tratamento T2 (fertilizante a 0,2%) em água e o substrato S3 (Plantmax®) se destacaram significativamente dos demais.

Tabela 6. Valores da avaliação da produção de matéria seca da parte aérea nos diferentes substratos, solos e tratamentos utilizados durante o experimento.

TRATAMENTO	SUBSTRATOS E SOLOS										
	S2 Areia		S3 Plantmax		S4 Latossolo LVd		S5 Argissolo PVd		S6 Neossolo Rd		Média
T1 – H ₂ O	0,050	a A	0,072	a A	0,090	a A	0,083	a A	0,089	a A	
T2 – Fertilizantes	0,123	b A	0,240	b C	0,269	b C	0,176	b B	0,246	b C	0,190 c
T3 – 100%	0,001	a A	0,121	a B	0,111	a B	0,022	a A	0,041	a A	0,051 a
T4 – 88%	0,010	a A	0,138	a C	0,075	a B	0,069	a B	0,057	a B	0,059 a
T5 – 75%	0,002	a A	0,123	a B	0,033	a A	0,033	a A	0,074	a B	0,045 a
T6 – 63%	0,021	a A	0,109	a B	0,096	a B	0,059	a A	0,043	a A	0,060 a
T7 – 50%	0,038	a A	0,209	b B	0,101	a A	0,083	a A	0,075	a A	0,093 b
T8 – 38%	0,030	a A	0,199	b B	0,074	a A	0,072	a A	0,103	a A	0,086 b
T9 – 25%	0,052	a A	0,091	a A	0,061	a A	0,099	a A	0,107	a A	0,078 b
T10 – 12,5%	0,063	a A	0,091	a A	0,060	a A	0,109	a A	0,083	a A	0,079 b
Média	0,039 A		0,139 C		0,097 B		0,081 B		0,092 B		

OBS: (S4, S5 e S6) descreve as características dos solos: Latossolo Vermelho Distrófico (LVd), Argissolo Vermelho Distrófico (PVd) e Neossolo Litóico (Rd). (S2 e S3) descreve as características dos substratos: Areia e Plantmax®. O tratamento (T1) refere à testemunha com apenas água, (T2) refere ao tratamento com fertilizante comercial (YOGEN5®) a 0,2%. (T3 a T10) referem-se aos tratamentos com as doses decrescentes de manupiera. As letras minúsculas comparam valores na vertical e as letras maiúsculas comparam valores na horizontal.

3.3 PRODUÇÃO DA MASSA SECA DAS RAÍZES

Através da tabela 7 observa-se que os valores de produção de matéria seca da raiz (MSRA) variaram de 0,001 no T3 (100% v/v), substrato S2 (areia lavada) a 0,225g no T2 (fertilizante a 0,2%) em água, substrato S3 (Plantmax®). Na avaliação da produção de matéria seca das raízes (MSRA), os melhores desempenhos ($p < 0,05$) foram encontrados nos tratamentos T1 (água), T2 (fertilizante a 0,2%) diluído em água, T4 (88% v/v), T7 (50% v/v), T8 (38% v/v), T9 (25% v/v) e T10 (12,5% v/v).

A utilização de diferentes substratos e solos, nos diferentes tratamentos, mostrou que as doses de água residuária de fecularia mais elevadas foram as que proporcionaram as piores condições para a produção de MSR.

Malavolta (1980) destaca a importância de um bom substrato e uma boa aplicação de nutrientes para suprir as necessidades de cada planta. Tendo em vista que o substrato Plantmax® manteve valores superiores de produção de MSRA, também se pode concluir que o substrato areia lavada (S2) apresentou um baixo desenvolvimento da produção de plantas de eucalipto.

Tabela 7. Valores da avaliação da produção de matéria seca das raízes nos diferentes substratos, solos e tratamentos utilizados durante o experimento.

TRATAMENTO	SUBSTRATOS E SOLOS						Média
	S2 Areia	S3 Plantmax	S4 Latossolo LVd	S5 Argissolo PVd	S6 Neossolo Rd		
T1 – H ₂ O	0,045 a A	0,078 a A	0,095 a A	0,121 b A	0,108 b A		0,086 b
T2 – Fertilizantes	0,120 b A	0,225 b B	0,206 b B	0,307 c C	0,219 c B		0,198 c
T3 – 100%	0,001 a A	0,116 a B	0,055 a A	0,017 a A	0,036 a A		0,038 a
T4 – 88%	0,011 a A	0,144 a B	0,077 a B	0,103 b B	0,062 a A		0,069 b
T5 – 75%	0,001 a A	0,101 a B	0,041 a A	0,046 a A	0,083 b B		0,046 a
T6 – 63%	0,028 a A	0,072 a A	0,067 a A	0,053 a A	0,057 a A		0,052 a
T7 – 50%	0,036 a A	0,087 a B	0,119 a B	0,120 b B	0,043 b A		0,074 b
T8 – 38%	0,029 a A	0,075 a A	0,078 a A	0,127 b B	0,119 b B		0,077 b
T9 – 25%	0,053 a A	0,075 a A	0,214 b B	0,162 b B	0,075 a A		0,103 b
T10 – 12,5%	0,051 a A	0,071 a A	0,080 a A	0,131 b A	0,097 b A		0,090 b
Média	0,038 A	0,104 B	0,103 B	0,118 B	0,090 B		

OBS: (S4, S5 e S6) descreve as características dos solos: Latossolo Vermelho Distrófico (LVd), Argissolo Vermelho Distrófico (PVd) e Neossolo Litófico (Rd). (S2 e S3) descreve as características dos substratos: Areia e Plantmax®. O tratamento (T1) refere à testemunha com apenas água, (T2) refere ao tratamento com fertilizante comercial (YOGEN5®) a 0,2%. (T3 a T10) referem-se aos tratamentos com as doses decrescentes de manipueira. As letras minúsculas comparam valores na vertical e as letras maiúsculas comparam valores na horizontal.

3.4 PRODUÇÃO DE MASSA SECA TOTAL

A massa seca total (MST) apresentou diferenças estatísticas significativas ao nível de 0,05% pelo Teste de Scott e Knott (1974). A tabulação dos dados encontra-se na tabela 8.

Os valores da produção de matéria seca total (MST) do eucalipto variaram de 0,002 no T3 (100% v/v) a 0,465g no T2 (fertilizante a 0,2%) e nos solos a variação foi de 0,074 no T5 (75% v/v) a 0,475g no T2 (fertilizante a 0,2%), mostrando grande variação entre os tratamentos.

Franco e Ponte (1988) observaram que plantas de milho adubadas com água residuária de fecularia de mandioca apresentaram crescimento, peso verde e produção significativamente superior às plantas não adubadas.

O tratamento considerado testemunha T1 (água) mais o comparativo T2 (fertilizante a 0,2%) e as doses de água residuária de fecularia de mandioca aplicadas apresentaram diferença estatística ($p < 0,05$) para produção de matéria seca total (MST).

Nos tratamentos onde foram adicionadas as diferentes doses de água residuária de fecularia houve diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos. Da mesma forma, Kichel e Miranda (2008) encontraram valores crescentes na produção de aveia forrageira e mandioca.

O substrato com o melhor resultado para a produção de matéria seca total pode ser observado em (S3) Plantmax® com 0,465g (tratamento T2), que teve adição de (fertilizante a 0,2%) e foi superior ($p < 0,05$) à adição das diferentes doses de água residuária de fecularia de mandioca. Resultado semelhante foi encontrado no solo LVd com 0,475g (tratamento T2) (fertilizante a 0,2%). Isso se deve à boa proporção de nutrientes fornecidos pelo fertilizante mostrado na

tabela 3.

O substrato Plantmax® e o solo LVd mostraram-se com condições adequadas para o recebimento dos complementos nutricionais necessário para o crescimento das plantas. Fioretto (1994), estudando o efeito de cinco doses de água residuária de fecularia (0, 80, 120, 160 e 200 m³ ha⁻¹) na cultura de mandioca, verificou que todos os tratamentos que receberam água residuária de fecularia produziram menos que a testemunha. Da mesma forma, os tratamentos T3 (100% v/v), T4 (88% v/v), T5 (75% v/v) e T6 (63% v/v), com as diferentes doses de água residuária de fecularia aplicadas na produção de mudas de eucalipto, apresentaram em geral os piores resultados, semelhança também vista no primeiro substrato de areia lavada.

Tabela 8. Valores da avaliação da produção de matéria seca total nos diferentes substratos, solos e tratamentos utilizados durante o experimento.

TRATAMENTO	SUBSTRATOS E SOLOS										
	S2 Areia		S3 Plantmax		S4 Latossolo LVd		S5 Argissolo PVd		S6 Neossolo Rd		Média
T1 – H ₂ O	0,095	b A	0,150	a A	0,184	a A	0,204	b A	0,197	a A	0,164 b
T2 – Fertilizantes	0,183	b A	0,465	c B	0,475	b B	0,446	c B	0,465	b B	0,372 c
T3 – 100%	0,002	a A	0,237	b B	0,166	a B	0,039	a A	0,077	a A	0,089 a
T4 – 88%	0,020	a A	0,282	b C	0,151	a B	0,172	b B	0,119	a B	0,128 a
T5 – 75%	0,003	a A	0,224	b B	0,074	a A	0,079	a A	0,157	a B	0,090 a
T6 – 63%	0,048	a A	0,181	a A	0,163	a A	0,112	a A	0,100	a A	0,111 a
T7 – 50%	0,074	a A	0,296	b B	0,220	a B	0,203	b B	0,118	a A	0,167 b
T8 – 38%	0,059	a A	0,274	b B	0,152	a A	0,199	b B	0,222	a B	0,163 b
T9 – 25%	0,105	b A	0,165	a A	0,276	a B	0,260	b B	0,182	a A	0,181 b
T10 – 12,5%	0,114	b A	0,162	a A	0,140	a A	0,240	b A	0,180	a A	0,169 b
Média	0,070	A	0,244	C	0,200	B	0,195	B	0,182	B	

OBS: (S4, S5 e S6) descreve as características dos solos: Latossolo Vermelho Distrófico (LVd), Argissolo Vermelho Distrófico (PVd) e Neossolo Litóico (Rd). (S2 e S3) descreve as características dos substratos: Areia e Plantmax®. O tratamento (T1) refere à testemunha com apenas água, (T2) refere ao tratamento com fertilizante comercial (YOGEN5®) a 0,2%. (T3 a T10) referem-se aos tratamentos com as doses decrescentes de manipueira. As letras minúsculas comparam valores na vertical e as letras maiúsculas comparam valores na horizontal.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir com base nos resultados obtidos e nas condições deste experimento que:

A composição química da água residuária de fecularia sustenta a potencialidade do composto como biofertilizante, haja vista a presença de potássio, nitrogênio, magnésio, fósforo, cálcio, enxofre, além de ferro e outros micronutrientes.

O substrato de areia lavada apresenta os piores resultados: mortalidade e baixo desenvolvimento das plantas, no acréscimo das concentrações de água residuária de fecularia de mandioca.

Substrato Plantmax® teve o melhor rendimento no desenvolvimento da altura, na produção de matéria seca da parte aérea e na matéria seca das raízes, em relação às doses de menores concentrações de água residuária de fecularia.

REFERÊNCIAS

AUGUSTO, D. C. C. et al.. Utilização de esgotos domésticos tratados através de um sistema biológico na produção de mudas de *Croton floribundus* Spreng. (Capixinguí) E *Copaifera langsdorffii* Desf. (Copaíba). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 335-342, 2003.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 397, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília. 23p.

FIORETTO, R. A. Uso direto da manipueira em fertirrigação. In: CEREDA, M. P. **Industrialização da mandioca no Brasil**. Paulicéia, SP, 1994, p. 51-80.

FRANCO, A.; PONTE, J. J. Subsídios à utilização da manipueira como nematicida: dosagem e interferência na fertilidade do solo. **Nematol. Brás**, Piracicaba, v. 12, p. 35-45, 1988.

KICHEL, A. N; MIRANDA, C. H. B. Aplicação de cinza da casca de arroz

de água residuária de fecularia de mandioca na cultura de aveia. **Revista em Agronegócio e meio Ambiente**, v. 1, n. 1, p. 25-36, 2008.

MALAVOLTA, E. **Potássio, magnésio e enxofre nos solos e culturas brasileiras**. 2 ed, Piracicaba, SP: Instituto Internacional de Pesquisa da Potassa, 1980. 91 p. (Boletim Técnico, 4).

PARANÁ. Secretaria de Estado de Agricultura e do Abastecimento. Departamento de Economia Rural. **Área e produção agrícola no estado do Paraná e comparativo com o Brasil 2008**. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/cprbr.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2010.

PARANÁ. Secretaria de Estado de Agricultura e do Abastecimento. Departamento de Economia Rural. **Área e produção agrícola no estado do Paraná por unidade administrativa da SEAB 2007**. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/out5.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2010.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974.

SILVA, F. F. et al.. Desdobramento do amido em glicose para identificar água residuária de indústria de mandioca no perfil do solo. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v 27, n. 3, p. 507-511, 2005.

SILVA, F. F. et al.. Efeitos da aplicação de água residuária de mandioca no solo e na cultura do sorgo. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 1, n. 2, p. 267-277, 2008.

Recebido em: 29 maio 2011.

Aceito em: 17 julho 2012.